

上で10分間持続刺激したときの骨格筋疲労は, Achの微量で ( $10 \times 10^{-7}$  g/g (体重)) によつて完全に抑制出来た。これは疲労が transmission fatigue であることを示している。

D 種々の低周直角脈波電流で10分間持続刺激した場合, 3~では contraction fatigue がおこつたが, 周波数の増大に伴い transmission fatigue を混じ, 1250~刺激では純粋な transmission fatigue の型を示すと考へられる。

#### 文 献

①Rosenblueth, A. & J. V. Luco (1939) Amer. J. Physiol. 115. 52. ②del Pozo E. C. (1942) ibid. 135, 763. ③和合卯太郎 (1952) 信大紀要 2. 17.

④和合卯太郎 (1953) ibid. 3, 106. ⑤和合卯太郎 (1954) ibid. 4, 122. ⑥和合卯太郎 (1956) 日本生理誌 18, 12, 965. ⑦和合卯太郎: 近日日本生理誌発表の予定 (第12報). ⑧和合卯太郎 (1958) 第3回中部地区生理学談話会発表. ⑨高橋重丈 (1957) 日本生理誌 19, 4, 304. ⑩高橋重丈 (1957) ibid. 19, 4, 314. ⑪和合卯太郎 (1957) Reports on Guronsan (中外製薬株式会社). ⑫赤羽伸弘 (1958) 第3回中部地区生理学談話会発表. ⑬渥美英雄 (1958) ibid. ⑭松原幹彦 (1957) 第2回中部地区生理学談話会発表. ⑮山村 栄 近日本誌掲載予定. ⑯中外製薬株式会社 (1957) Reports on Guronsan.

## 低周直角脈波通流による人体骨格筋興奮性の変化

### 第2報: 疲労刺激の強度及び持続時間と疲労との関係

(人体の筋・神経の興奮性の研究 第21報)

昭和34年1月5日 受付

信州大学医学部第一生理学教室 (主任: 和合卯太郎教授)

研 究 生 岸 茂

### Excitability of Human Skeletal Muscle by Stimulation with Low Frequency Pulses

#### Part 2: Relationship between Stimulating Intensity or Duration and Fatigue caused

(Studies on the Excitabilities of Nerve and Muscle in Man, XXI)

Shigeru Kishi

Department of Physiology, Faculty of Medicine, Shinshu University  
(Direct. Prof. U. Wago)

#### I 緒 言

最近, 和合④⑥⑧, 赤羽⑦及び渥美⑨等は人体骨格筋の transmission fatigue と contraction fatigue①②について報告した。更に前者は微量の acetylcholine, Ach で抑制出来, 后者は Ach では抑制出来ないが, glucuronic acid で一部抑制されたことを報告した。

又前報告⑩で, 種々の周波数の直角脈波電流で刺激し, 人体骨格筋疲労をおこしたとき, 3~, 10分間刺激では, その疲労は Ach で全く抑制出来ないが, gl acid で一部抑制出来た。従つてこれは contraction fatigue であつた。一方50~以上の周波数で10分間刺激の, 疲労は Ach で完全に抑制し得る transmission fatigue が得られた。又疲労は周波数の増大に伴つて

次第に純粋な transmission fatigue の型を示したことを報告した。

本研究では, 更にこの周波数の相違による疲労の性質が, 疲労をおこす刺激電流の強さ, 及刺激持続時間の相違によつて如何なる変化を示すか, 発生する疲労が如何なる性質を示すか等について実験した。

#### II 実験方法

##### A 測定方法

前報⑩と全く同様であつたので省略した。

##### B 測定装置その他

測定装置及び測定時必要な注意事項等は前報告の通りであつた③④⑨。

##### C 疲労を起す方法

疲労を起す手段としては、1) 疲労刺激の電流強度については、120 $\sim$ 及び1250 $\sim$ の2種の直角脈波電流(Augospel)を使つて、0.5mA, 1.0mA, 1.5mA及び2.0mAの4種の強度で夫々10分間、2) 更に疲労刺激の持続時間については、夫々1.5mAで3 $\sim$ , 50 $\sim$ 及び120 $\sim$ の3種の直角脈波電流を使つて、10分、20分、30分及び40分の4種の時間、持続刺激した。1)及び2)の何れの場合も、測定する下肢(「被験側疲労」)及び測定しない反対側下肢(「非被験側疲労」)のn. femoralis及びm. rectus femorisに持続通流し、測定した骨格筋に現れる興奮性の変動を調べた。

実験の組合せについては、前報告<sup>④</sup>の第1表と同様な記号を使つて示したので参照されたい。その他全ての注意事項は前報告<sup>④</sup>と全く同様であつた。

D 被験者

17才から25才までの健康な男子を使用した。

III 実験成績

A 疲労刺激の電流強度について

被験側及び非被験側のm. rect. fem.を筋直接に、120 $\sim$ 及び1250 $\sim$ の二種の疲労刺激を、0.5mA, 1.0mA, 1.5mA及び2.0mAの4種電流強度で10分間持続して通流し、被験側「神経」について如何なる影響があるかを測定した。この場合、前報告<sup>④</sup>に述べた理由から、2種の周波数についてのみ実施した。

「神経」についてだけ実施した理由は、「筋」の場合と全く量的質的に同一の疲労が得られたからであつた<sup>④</sup>。

更に電流強度2.0mA以上では、被験者が通流にさいして痛みを訴えることが多かつたので実施しなかつた。

a. 「被験側疲労」

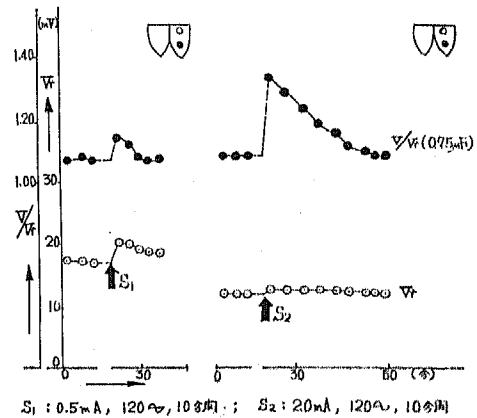
被験側m. rect. fem.に直接疲労刺激を与え、支配するn. femoral.を通じてこの筋に現れる疲労を測定した。

第1図及び第2図の様に、V/Vr値は、疲労刺激后増大して最高値を示し、后次第に正常値に戻つた。このとき、各実験の組合せについて、夫々回復時間恒数Kn<sup>③</sup>が算出々来たことは前報告<sup>④</sup>と同様であつた(第1表)。

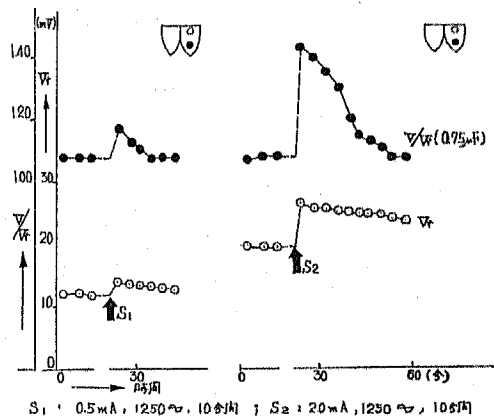
Vrについては、従來の諸報告<sup>④⑥⑦</sup>通りであつた。

V/Vr値の増加率、i. r.<sup>③</sup>と疲労刺激の電流強度との関係を見ると、120 $\sim$ 及び1250 $\sim$ の何れの場合も、強度の増大に伴つてi. r.は増大し、両者の間に直線的関係を示した。

次に各実験のKnと、疲労刺激の電流強度との関係



第1図 人体骨格筋疲労と疲労刺激強度との関係-「被験側疲労」其の一



第2図 人体骨格筋疲労と疲労刺激強度との関係-「被験側疲労」其の二

をみると、各周波数別に見て、強度が増大してもKnは殆んど変動なく、夫々畧々一定した値を示した。平均値は、120 $\sim$ では1.4分(0.5mA), 1.4分(1.0mA), 1.4分(1.5mA)及び1.4分(2.0mA)という値でよく一致した。又1250 $\sim$ では0.90分(0.5mA), 0.95分(1.0mA), 1.0分(1.5mA)及び1.0分(2.0mA)という値で畧々一致した。従つて、Knは1250 $\sim$ 刺激のときよりも、120 $\sim$ 刺激のときの方が常にやゝ大きな数値であつた(第4図)。

b. 「非被験側疲労」

非被験側下肢のm. rect. fem.直接に疲労刺激を与え、「神経」について測定した。

第4図及び第5図のように、V/Vr値は殆んど全ての実験の組合せについて、疲労刺激の直后増大して最大値を示し、前実験と同様漸次正常値に戻つた。但し

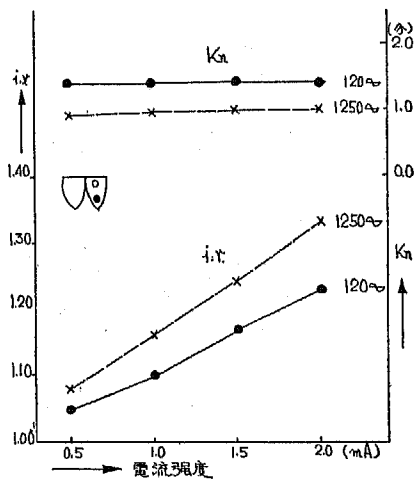
120 ~

実験条件	0.5 mA				1.0 mA				1.5 mA				2.0 mA			
	正常値	増加率	恢復時間	Km及Kn	正常値	増加率	恢復時間	Km及Kn	正常値	増加率	恢復時間	Km及Kn	正常値	増加率	恢復時間	Km及Kn
	1.08	1.05	7	1.4	1.07	1.10	14	1.4	1.08	1.16	24	1.5	1.08	1.22	31	1.4
	1.08	1.06	8	1.3	1.08	1.11	16	1.5	1.08	1.17	24	1.4	1.08	1.23	34	1.5
	1.08	1.05	7	1.4	1.08	1.10	13	1.3	1.08	1.18	25	1.4	1.08	1.24	33	1.4
				1.4 ± 0.03				1.4 ± 0.04				1.4 ± 0.03				1.4 ± 0.03
	1.08	1.05	7	1.5 ± 0.03	1.07	1.09	13	1.3 ± 0.05	1.08	1.15	20	1.3 ± 0.04	1.07	1.22	28	1.3 ± 0.03

1250 ~

	1.08	1.07	6	0.95	1.08	1.15	14	0.94	1.08	1.22	22	1.0	1.08	1.33	36	1.1
	1.08	1.08	6	0.75	1.08	1.16	16	1.0	1.08	1.26	28	1.1	1.08	1.33	33	1.0
	1.08	1.09	6	1.0	1.08	1.16	15	0.94	1.08	1.25	23	0.92	1.07	1.33	33	1.0
				0.90 ± 0.05				0.96 ± 0.01				1.0 ± 0.04				1.0 ± 0.03
	1.08	1.08	7	0.91 ± 0.03	1.08	1.14	13	0.90 ± 0.03	1.08	1.24	21	0.89 ± 0.05	1.07	1.32	28	0.88 ± 0.04

第1表 人体骨格筋疲労と疲労刺激強度との関係  
(刺激持続時間, 10分; ※は各々3例平均値)



第3図 人体骨格筋疲労と疲労刺激強度との関係-「被験側疲労」

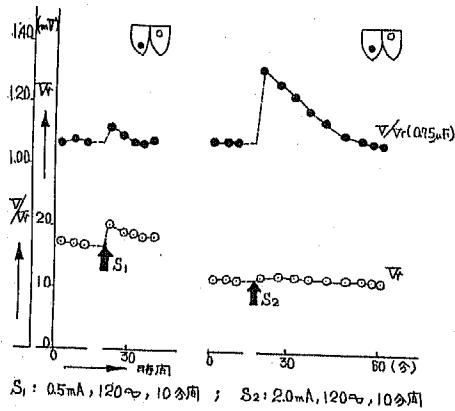
電流強度 0.5mA の場合のみ実験誤差範囲の変動であつた。

実測値は第1表に示したが, i. r. と recovery time, r. t. ③との関係を見ると, 同様に正比例関係があり, 夫々 Kn を算出することが出来た (第1表)。

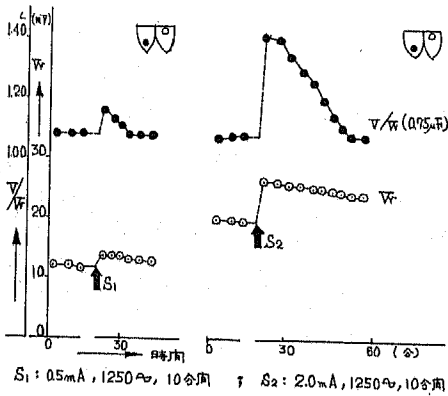
i. r. と疲労刺激の電流強度との関係は, 120~ 及び 1250~ 何れの場合も, 刺激強度の増大に伴つて i. r. は比例的に増大し, 畧々直線関係を示した。周波数別にみると, i. r. の増大は, 1250~ 刺激のときの方が比較的著明で, これは「被験側疲労」の成績と全く同様であつた。結局, 本実験の範囲では, 周波数が増大すればする程, 又疲労刺激の強度が増大する程現れる疲労度は増大することが明かとなつた。

各刺激電流強度別, 各周波数別の i. r. を, 「被験側疲労」「非被験側疲労」別に比較すると, 全くよく一致した (第6図)。

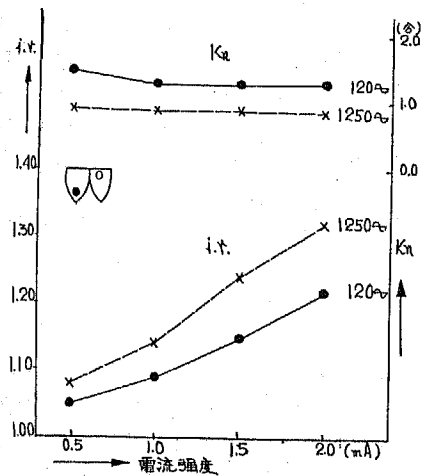
次に, Kn と疲労刺激の電流強度との関係を見ると, 120~ 及び 1250~ の何れの場合も, 強度の増大にも拘らず, よく一定した値が得られ, 各実験組合せの平均値は, 120~ で1.5分 (0.5mA), 1.3分 (1.0mA), 1.3分 (1.5mA) 及び 1.3分 (2.0mA) で, 1250~ につい



第4図 人体骨格筋疲労と疲労刺激強度との関係-「非被験側疲労」 其の一



第5図 人体骨格筋疲労と疲労刺激強度との関係-「非被験側疲労」 其の二



第6図 人体骨格筋疲労と疲労刺激強度との関係-「非被験側疲労」

ては、0.91分 (0.5mA), 0.90分 (1.0mA), 0.89分 (1.5mA) 及び 0.88分 (2.0mA) で、1250 $\sim$ 刺激のときの数値は、夫々 120 $\sim$ 刺激のときに比して小さい値を示した。この成績は「被験側疲労」と同様であった。

B 疲労刺激持続時間について

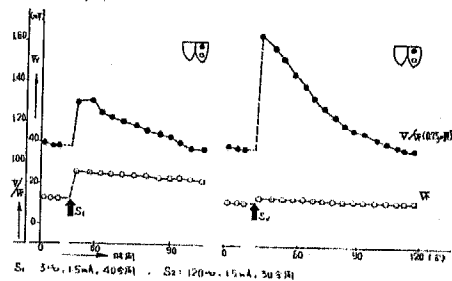
被験側 n. femoral. 又は m. rect. fem. 及び非被験側 n. femoral. 又 m. rect. fem. を夫々 1.5mA で 3 $\sim$ , 50 $\sim$ 及び 120 $\sim$ の3種の疲労刺激を10分, 20分, 30分及40分の4種の時間夫々持続通流し、被験下肢の m. rect. fem. に起る興奮性的変化を「筋」及び「神経」について測定した。

前報告<sup>①</sup>で 3 $\sim$ , 10分間刺激の「被験側疲労」が contraction fatigue であり、50 $\sim$ 以上の周波数で10分間持続したときは、「被験側疲労」であつても、「非被験側疲労」であつても、全て transmission fatigue であつた。本実験では上記の疲労が、疲労刺激の持続時間の延長によつて如何に変化するかを調べた。人体について、生理学的神経衝撃の数は大体60 $\sim$ 附近であるので、特に 3 $\sim$ , 50 $\sim$ 及び 120 $\sim$ の3種の周波数について実験した。

a. 「被験側疲労」

被験側の n. femoral. 又は m. rect. fem. を夫々 1.5mA で 3 $\sim$ , 50 $\sim$ 及び120 $\sim$ の3種の疲労刺激を持続通流し、同一下肢の m. rect. fem. の V/Vr 値を「筋」及び「神経」について測定した。

第7図に示した様に、3 $\sim$ , 10分間持続で「筋」測定するとき以外は、V/Vr 値は疲労刺激直后増大して最大値を示し、后正常値に戻つた。又 i. r. と r. t. との間に正比例関係があり、夫々の実験組合せについて固有と看做し得る Km 及 Kn を算出々来た (第2表)。



第7図 人体骨格筋疲労と疲労刺激持続時間との関係-「被験側疲労」

i. r. と疲労刺激の持続時間との関係は、各周波数について、「筋」(第8図)及び「神経」(第9図)の何れも、刺激時間の延長に伴つて増大し、各周波数につ

実験条件	周波数	10分				20分				30分				40分							
		実験数	正常値	増加率	恢復時間分	Km及Kn分	実験数	正常値	増加率	恢復時間分	Km及Kn分	実験数	正常値	増加率	恢復時間分	Km及Kn分					
	3	8	1.08	1.06	18	2.8±0.1	5	1.08	1.12	32	2.8±0.02	6	1.08	1.20	52	2.8±0.03	6	1.08	1.28	78	2.8±0.01
	50	8	1.08	1.09	17	1.9±0.04	7	1.08	1.25	51	2.0±0.02	6	1.08	1.33	77	2.3±0.01	6	1.08	1.41	84	2.1±0.02
	120	7	1.07	1.17	23	1.4±0.05	6	1.08	1.36	54	1.5±0.01	6	1.08	1.54	82	1.5±0.02	6	1.09	1.73	98	1.4±0.02
	3	6	1.08	(1.03)	-	-	6	1.08	1.08	25	3.1±0.05	6	1.08	1.14	38	2.7±0.03	6	1.08	1.21	60	2.9±0.02
	50	8	1.08	1.09	20	2.2±0.08	7	1.08	0.24	49	2.1±0.04	6	1.08	1.30	70	2.3±0.03	6	1.08	1.38	79	2.1±0.02
	120	5	1.08	1.15	23	1.6±0.06	6	1.08	1.31	46	1.5±0.03	7	1.08	1.52	76	1.5±0.03	6	1.08	1.70	95	1.4±0.02
	3	5	1.08	(1.00)	-	-	4	1.08	1.07	13	1.8±0.1	4	1.08	1.10	21	2.1±0.06	11	1.08	1.09	17	1.9±0.04
	50	11	1.08	1.09	17	1.9±0.05	5	1.08	1.22	40	1.8±0.02	4	1.08	1.31	55	1.8±0.83	4	1.08	1.38	72	1.9±0.03
	120	7	1.07	1.17	22	1.4±0.04	4	1.08	1.37	49	1.3±0.02	4	1.08	1.51	70	1.4±0.02	4	1.08	1.70	92	1.3±0.02
	3	2	1.08	(1.00)	-	-	4	1.08	1.06	11	1.9±0.05	5	1.08	1.07	12	1.8±0.03	4	1.07	1.10	20	2.0±0.02
	50	10	1.08	1.08	16	2.1±0.04	4	1.08	1.21	37	1.8±0.02	4	1.08	1.28	50	1.8±0.00	4	1.08	1.36	67	1.9±0.03
	120	4	1.08	1.15	22	1.5±0.08	4	1.08	1.32	44	1.4±0.03	4	1.08	1.48	55	1.3±0.03	4	1.08	1.68	92	1.4±0.02

第2表 人体骨格筋疲労と疲労刺激の持続時間との関係  
(疲労刺激は各々 1.5 mA)

第2表

いて夫々畧々直線の関係がみられた。

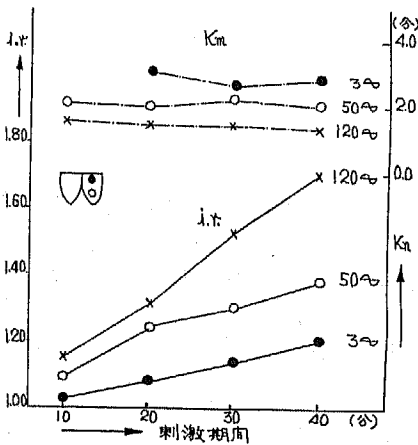
次に, Km 及び Kn と疲労刺激持続時間との関係について, 「筋」で 3~, 10分間刺激の場合を除いて, 全ての実験の組合せについて, 各周波数別にみると, 持続時間の延長にも拘らず Km 及び Kn は変わらず, 各周波数に固有と思われる数値が得られた。実測値をみると, 3~刺激については, 「筋」が平均2.9分, 「神経」が平均2.8分, 50~刺激については, 「筋」が平均2.2分, 「神経」が平均2.1分, 更に 120~刺激では, 「筋」が平均1.5分, 「神経」が平均1.5分といふ値であつた。この成績から, 「筋」及び「神経」の何れも, 周波数が小さい程, Km 及び Kn は比較的大きく, 3~刺激のときは 120~刺激の約2倍, 50~刺激のとき

は1.5約倍の数値を示した(第1表)。

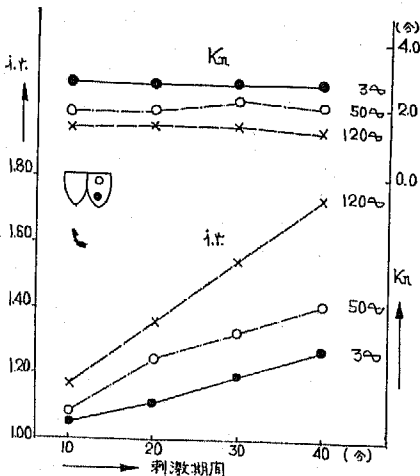
b. 「非被験側疲労」

非被験側の n. femoral. 及び m. rect. fem. を 1.5 mA で 3~, 50~及び 120~の三種の周波数で, 上記4種の時間持続通流し, 被験側, m. rect. fem. に発生した V/Vr 値の変動を測定した。

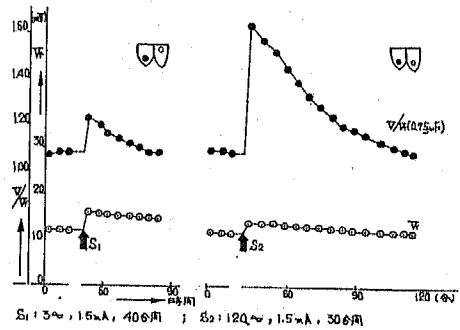
第10図及び第11図のように, V/Vr 値は, 大部分の実験で疲労刺激直后増大して最大値を示し, 后次第に正常値に戻つた。又この場合, i. r. と r. t. との間には正比例関係がみられ, 各実験の組合せについて夫々固有と思われる Km 及 Kn を算出でき, 上記の成績と全く同様であつた。但し, 3~で10分間刺激の「非被験側疲労」では持続刺激后 V/Vr 値は不変であつた。



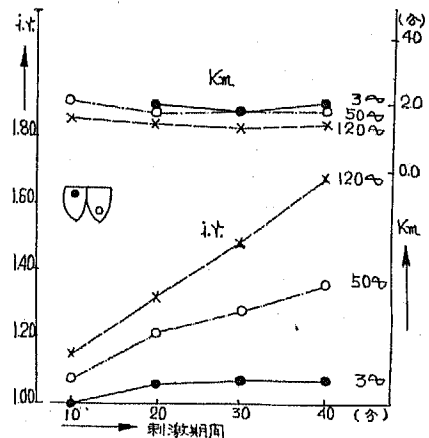
第8図 人体骨格筋疲労と疲労刺激持続時間との関係-「被験側疲労」・「筋」



第9図 人体骨格筋疲労と疲労刺激持続時間との関係-「被験側疲労」・「神経」



第10図 人体骨格筋疲労と疲労刺激持続時間との関係-「非被験側疲労」



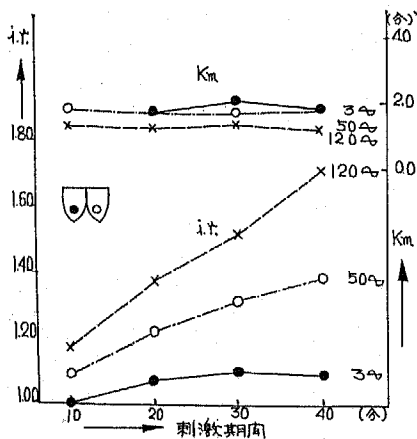
第11図 人体骨格筋疲労と疲労刺激持続時間との関係-「非被験側疲労」 其の一

i. r. と刺激持続時間との関係は, 3~に関しては, n. femoral. 及び m. rect. fem. を刺激したとき, 何れも前成績と同様であつた。一方, 50~刺激及び120

〜刺激の何れの場合も又上記 a) 項の成績と同様であつた。

i. r. と刺激持続時間との関係は、3〜刺激については、n. femoral. 及び m. rect. fem. を刺激した場合の何れも前成績と同様で、一方、50〜及び120〜刺激についても a) 項の成績と全く同様であつた。実験値から非被験側 n. femoral. 刺激と m. rect. fem. 刺激との相違について、各実験の組合せ別に比較すると、全く同様な結果であつた。この成績は周波数に関する成績<sup>⑥</sup>ともよく一致した。この成績を、更に上記「被験側疲労」と比較すると、各刺激持続時間別にみて、「神経」の約 $1/3$ 、「筋」の約 $2/3$ という値であつた。

Km と疲労刺激の持続時間との関係では、「被験側疲労」の成績と全く同様で、刺激時間の延長にも拘らず一定した値を示した。実験値を周波数別に見ると、非被験側 m. femoral. 刺激では、3〜刺激が平均1.9分、50〜刺激が平均1.9分、120〜刺激が平均1.4分で、非被験側 m. rect. fem. 刺激については、3〜刺激が平均1.9分、50〜刺激が平均1.9分、120〜刺激が平均1.4分であつた。3〜刺激と50〜刺激の場合は、各周波数について夫々相等しい数値を示し、120〜刺激の場合のみ比較的小さい値を示した(第12図)。



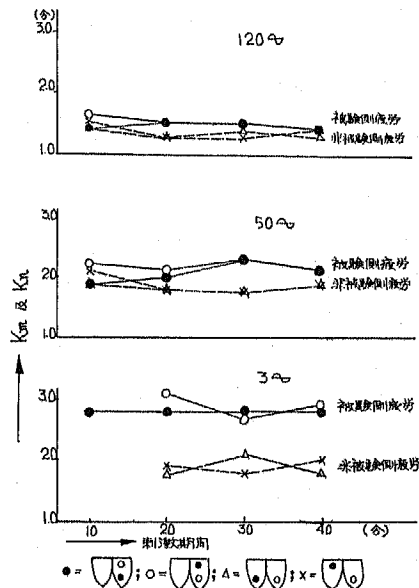
第12図 人体骨格筋疲労と疲労刺激持続時間との関係—「非被験側疲労」其の二

c. 「被験側疲労」と「非被験側疲労」

i. r. については、3〜刺激のときのみ、「被験側疲労」と「非被験側疲労」との間に相違が見られ、疲労刺激の持続時間別に、「被験側疲労」に対する「非被験側疲労」の割合をみると、52% (40分)、47% (30分)、30% (20分) 及び 0% (10分) であつた。

Km 及び Kn については、「非被験側疲労」及び「被験側疲労」のいずれも、m. rect. fem. 刺激と n.

femoral. 刺激との Km 及び Kn はよく一致したので、「被験側疲労」と「非被験側疲労」とに大別して比較した。実験値の平均は下記の如く3つの集団に分類することが出来た。2.9分 (3〜刺激のときの「被験側疲労」の Km 及 Kn) > [1.9分 (3〜刺激の「非被験側疲労」) = 2.1分及び1.9分 (50〜疲労の「被験側疲労」及び「非被験側疲労」)] > 1.5分及び1.4分 (120〜刺激の「被験側疲労」及び「非被験側疲労」)。一般に、周波数が大きい程、Km 及 Kn の値は小さく、「被験側疲労」と「非被験側疲労」との間の相違が少かつた(第13図)。



第13図 人体骨格筋疲労の Km 及 Kn と疲労刺激持続時間との関係

IV 考 按

A Km 及び Kn について

本実験では、120〜と1250〜の2種の周波数について、疲労刺激の電流強度を増減しても、又3〜、50〜及び120〜の3種の周波数について、疲労刺激の持続時間を変えたときも、Km 及 Kn は殆んど変動を示さなかつた。これを周波数別にみると、強度については、50〜刺激のときより、1250〜刺激の方が一般に小さい数値を示し、持続時間については、3〜刺激と50〜刺激との間に著明な相違があり、50〜刺激と120〜刺激との間には殆んど相違が認められなかつた。

Km 及 Kn の最低値は、疲労刺激の電流強度についての成績のうち、1250〜で10分間持続刺激したときの平均0.94分で、前報告<sup>⑧</sup>の1250〜刺激の成績とよく一

致した。Km 及 Kn の最高値は、疲労刺激の持続時間についての成績のうち、3 $\sim$ 刺激の平均2.8分であった。以外の実験の組合せについての Km 及び Kn は、全て上記2つの数値の間に散在した。既に、前報告で50 $\sim$ 、10分間の疲労刺激では、被験側及び非被験側の別を問わず、Km 及び Kn の平均2.1分で、微量の Ach で完全に抑制出来た<sup>④</sup>ことを報告したが、本実験成績についても更に Ach 及び gl. acid の効果を調べなくてはならないが、本実験の成績中、contraction fatigue と思われる3 $\sim$ 刺激による疲労以外の全ての疲労は、恐らく主として transmission fatigue であると思われた。

刺激持続時間についての実験で、3 $\sim$ 刺激のとき以外では、全て「被験側疲労」と「非被験側疲労」夫々の Km 及び Kn はよく一致し、和合の「不随意性疲労」<sup>④</sup>の成績と同様であった。

#### B 「被験側疲労」と「非被験側疲労」

前報告<sup>④</sup>では、各種の周波数の電流で n. femoral. 及び m. rect. fem. に疲労刺激を与へたとき、周波数、刺激強度及び持続時間が一定であれば、i. r., Km 及び Kn の諸点で全て一致した疲労が観られたことを報告した。

本実験では、疲労刺激の周波数及び持続時間が一定であれば、「被験側疲労」と「非被験側疲労」の別を問わず、又刺激持続時間が相違しても i. r., Km 及び Kn の諸点で一致した疲労が得られた。一方疲労刺激の持続時間については、3 $\sim$ 刺激のときは「被験側疲労」の i. r., Km 及 Kn は「非被験側疲労」の夫等に比較して大きかったが、他の周波数については、この様な相違がなかった。

結局、本実験の限りでは、疲労刺激の周波数及び刺激持続時間が、発生する疲労の性質を決定する因子であると説明することが出来た。この様な成績は、del Pozo<sup>②</sup>及び Rosenblueth<sup>①</sup>等の考へ方を支持するものであり、人体の骨格筋疲労追求上重要な事実と思われた。

### V 結 論

A 人体骨格筋疲労について、下記の事項を0.75  $\mu$ F V/Vr 法によつて研究した。

1) 疲労刺激の電流強度について：2種の周波数(120 $\sim$ と1250 $\sim$ )それぞれについて4種の電流強度(0.5mA, 1.0mA, 1.5mA 及び 2.0mA)で刺激した場合。

2) 疲労刺激の刺激持続時間について：3種の周波数(3 $\sim$ , 50 $\sim$ 及び120 $\sim$ )それぞれについて4種の持続時間(10分, 20分, 30分及び40分)刺激した場合。1) 及び2)の何れの場合も、被験側(「被験側疲労」) 下肢及び非被験側(「非被験側疲労」) 下肢の n.

femoral 又は m. rect fem に疲労刺激を持続して通流し、m. rect fem の興奮性の変動をこの筋直接又は間接に測定した。

更に前回報告した。疲労刺激の周波数に関する成績と、本実験成績との比較も行った。

B 疲労刺激の電流強度と骨格筋疲労との関係については次の様な成績が得られた。

1) 電流強度の増大に伴つて、発生する疲労は高度で、相互間に畧々直線の関係が見られた。この増大傾向は、120 $\sim$ 刺激に比較して1250 $\sim$ 刺激のときの方が著明であった。

2) Kn については、電流強度が増大しても変動を示さず、各周波数に固有な数値を示した。120 $\sim$ 刺激のときの Kn は1250 $\sim$ 刺激の Kn より大きな数値を示した。

3) i. r. 及び Kn の何れの点についても、「被験側疲労」「非被験側疲労」ともよく一致した成績を示した。

C 疲労刺激の持続時間と骨格筋疲労との関係については次の成績が得られた。

1) 持続時間の延長に伴つて i. r. は増大した。この増大傾向は周波数の大きいとき程著明であり、又「被験側疲労」は「非被験側疲労」に比較して著明であった。i. r. と刺激持続時間との間には畧々直線的関聯が認められた。

2) Km 及び Kn については、刺激持続時間が延長しても不変で、各周波数に固有な数値が得られた。

3) 3 $\sim$ 刺激の場合を除いて、疲労刺激条件が同一であれば、「被験側疲労」と「非被験側疲労」との間に特記すべき相違は認められなかつた。

D 人体骨格筋について、神経又は筋に疲労刺激を与えて不随意性疲労をおこしたとき、同時に他の骨格筋に対し、液性作用による興奮性変化が考へられるが、中枢神経もある程度関係しているものと思われる。

E 人体骨格筋について実施した本実験では、周波数及び持続時間がその疲労の性質を決定した。刺激強度については、この様な成績は見られなかつた。

F 3 $\sim$ 刺激の「被験側疲労」で「神経」の場合を除いて、本実験で観られた全ての人体骨格筋疲労は、transmission fatigue を主とするものと思われた。

### 文 献

- ①Rosenblueth, A. & J. V. Luco (1939) Amer. J. Physiol. 115, 53. ②del Pozo, E. C. (1942) *ibid.*, 135, 763. ③和合卯太郎 (1952) 信大紀要 2, 17. ④和合卯太郎 (1953) *ibid.*, 3, 106. ⑤和合卯太郎 (1954) *ibid.*, 4, 122. ⑥和合卯太郎 (1956) 和合卯太郎 (1956) 日本生理誌 18, 12, 965. ⑦赤羽伸弘 (1958) 第3回中部地区生理学談話会発表. ⑧渥美英雄 (1958) *ibid.*, ⑨岸 茂 (1959) 本誌同時掲載.